

THESIS

BONN

1969

**Ein Vergleich zwischen Goldmann-Perimetrie
und Friedmann-Perimetrie**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

vorgelegt von

EZEKIEL ABIDOYE OYENIYI
aus Moro / West-Nigeria



Digitized by the Internet Archive
in 2026

**Ein Vergleich zwischen Goldmann-Perimetrie
und Friedmann-Perimetrie**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Bonn

vorgelegt von

EZEKIEL ABIDOYE OYENIYI

aus Moro/West-Nigeria

Aus dem Institut für experimentelle Ophthalmologie
der Universitätsklinik Bonn

Direktor: Professor Dr. med. E. Weigelin

Referent: Prof. Dr. E. Weigelin

Tag der mündlichen Prüfung: 29.7.69

Gewidmet dem Andenken meines verstorbenen Vaters

I. Problemstellung

In einer interessanten Arbeit hat Harrington im Jahre 1956 die Gründe dargelegt, die ihn dazu bewogen, den einfachen Gesichtsfeldtest auszubauen. Mit Recht bemerkt er, daß die üblichen Methoden der Gesichtsfeldprüfung in der augenärztlichen Praxis zu selten angewandt werden, weil sie zu zeitraubend sind, hohe Ansprüche an die Intelligenz des Patienten stellen und einer teureren Apparatur bedürfen. Vor allem auf dem Gebiet der Praeventiv-Untersuchung fehlt seiner Ansicht nach ein einfach durchführbares Verfahren. Es sollte bei folgenden Gruppen regelmäßig angewandt werden:

1. bei allen Personen, die sich einer Augenuntersuchung unterziehen
2. bei allen Personen, die sich routinemäßig einer allgemein ärztlichen Durchuntersuchung unterziehen
3. bei allen Führerscheinbewerbern
4. bei Personaluntersuchungen in der Industrie, besonders bei solchen Personen, die an sehr schnell sich bewegendes Maschinen arbeiten
5. beim gesamten Militärpersonal
6. beim gesamten Personal im öffentlichen Dienst
7. bei Personen, die sich selbst einer Massenuntersuchung unterziehen wollen

In der Folgezeit wurden von verschiedenen Autoren Geräte angegeben, die den von Harrington dargelegten Zielen dienen. Es fehlt aber in der Literatur an Vergleichsuntersuchungen zwischen den Ergebnissen dieser Gesichtsfeld-Schnelltests und den in der augenärztlichen Praxis üblichen Methoden.

Ich erhielt deshalb die Aufgabe, das von Friedmann konstruierte Gerät (Visual Field Analyser) mit den Untersuchungsergebnissen, die am Goldmann-Perimeter an denselben Personen erzielt wurden, zu vergleichen.

Die Perimetrie nach Goldmann

Im Jahre 1945 veröffentlichte Goldmann eine grundlegende Arbeit über die Schwarz-weiß- oder Lichtsinnsperimetrie. Als Voraussetzung wird gefordert, daß das verwendete Instrument eine gleichmäßige und beliebig variable Grundhelligkeit und exakt festlegbare Objektgrößen und -helligkeiten liefert, ohne irgendwelche psychologisch wirksamen Nebenobjekte.

Lichtsinnsperimetrie ist nach Goldmann Feststellung einer Unterschiedsschwelle, wobei man nicht zu einem gegebenen Ort der Netzhaut die Unterschiedsschwelle sucht, sondern zu einer gegebenen Unterschiedsschwelle die Netzhautpartie, für die sie eben merkbar ist. Im wesentlichen stellt Goldmann bei diesen Untersuchungen fest, daß bestimmte Bedingungen für eine exakte Lichtsinnsperimetrie eingehalten werden sollen. Hierzu gehört die Berücksichtigung der Adaptation, das Konstanthalten des Kontrastes zwischen Objekt und Perimetrie-Grund und ein nicht allzu erheblicher Wechsel der Grundbeleuchtung. Bei Einhaltung dieser Bedingungen läßt sich eine Gesetzmäßigkeit nachweisen, die es gestattet, verschieden große Perimeter-Objekte quantitativ zueinander in Beziehung zu setzen. Dadurch gelingt es, die Empfindlichkeit jeder Netzhautstelle zahlenmäßig anzugeben, wenn man mit mehreren Objekten das Gesichtsfeld aufgenommen hat. Weiterhin ist jede Netzhautstelle noch durch die Summationsleistung zu charakterisieren, die sie gegenüber Reizobjekten verschiedener Größe zeigt. Diese Leistung ist praktisch über weite Gebiete des Gesichtsfeldes für normale Netzhautstellen konstant. Die gelieferten Gesichtsfelder sind von der Schärfe der Objektkontur abhängig. Refraktionsfehler, auch die Presbyopie- und Medientrübungen verengen die relativen Schwarz-weiß-Gesichtsfelder sehr erheblich.

In einer weiteren Arbeit schildert dann Goldmann (1945)

das von ihm in jahrelanger Arbeit konstruierte, selbst-registrierende Projektionskugel-Perimeter, das sich in der Folgezeit in der ganzen Welt als bester Apparat für die Aufnahme des Gesichtsfelds durchgesetzt hat. Das Perimeter zeigt folgende Eigenschaften:

1. Eine Schale mit festgelegter gleichmäßiger Ausleuchtung von 40 - 45 asb stellt den Perimeter-Grund dar.
2. Marken verschiedener Größe von verschiedenem, immer genau reproduzierbarem Kontrast werden auf den Perimeter-Grund projiziert.
3. Die Führung der Marken erfolgt von einem Handgriff aus, der in beliebiger Richtung über ein Perimeter-Schema geführt werden kann und dessen Stellung immer genau der Lage der Marke in der Kugel-Schale entspricht.
4. Genau immer gleiche Lage des Auges und ständige Überwachung des Auges durch den Untersucher sind durch besondere Vorrichtungen gewährleistet.

Erwähnt sei noch, daß die Objektführung von Hand erfolgt. Sie muß ungefähr die Geschwindigkeit von $5^{\circ}/\text{sec}$ einhalten und aus dem Gebiet geringerer zu dem höherer Empfindlichkeit erfolgen. Ein ganz wesentlicher Vorteil des Goldmannschen Perimeters gegenüber früheren Apparaten besteht darin, daß die Lage des Patienten-Auges ununterbrochen kontrolliert werden kann. (Goldmann, 1945)

Abb. I zeigt das Gerät.

Im beweglichen Projektor befindet sich ein optisches System. Dieses bildet die Wendel der Lampe auf die Projektorfrontlinie ab. Hierfür ist das Lampengehäuse mit einer Justier-vorrichtung versehen. Ein Objekt von gewünschter Größe und Leuchtdichte wird scharf auf der Schaleninnenwand entworfen. Die projizierten Lichtflecke sind Ellipsen von einem Achsen-verhältnis $0,7 : 1,0$. Die Objektgrößen sind $0,25$; $1,0$; $4,0$; $16,0$ und 64 mm^2 , die entsprechenden Blenden liegen in einem

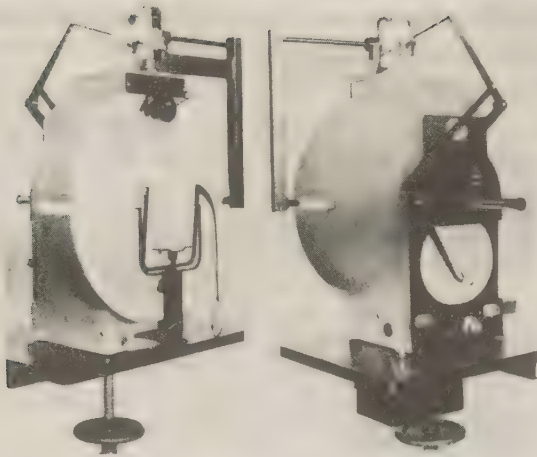


Abb. I: Goldmann-Perimeter, Vorder- und Rückseite
aus: Goldmann H., (1946) "Demonstration Unseres Neuen Projektionskugelperimeters..." Ophthalmologica (Basel), 111,187

Rahmen und werden durch den Hebel über dem Gesichtsfeldschema leicht gewechselt. Ein Graufiltersatz gestattet, die Leuchtdichte der Objekte auf 0,32; 0,1; 0,032 zu verändern.

In neuerer Zeit wurden von Goldmanns Mitarbeitern Schmidt und Schmidt-Berghofer einige Verbesserungen zu diesem Gerät angegeben. Es wurde ein kleiner Motor für Konstanthaltung der Testmarkenbewegung konstruiert (Abb. IIa), bei dessen Benützung die freie Beweglichkeit der Testmarken völlig erhalten bleibt.

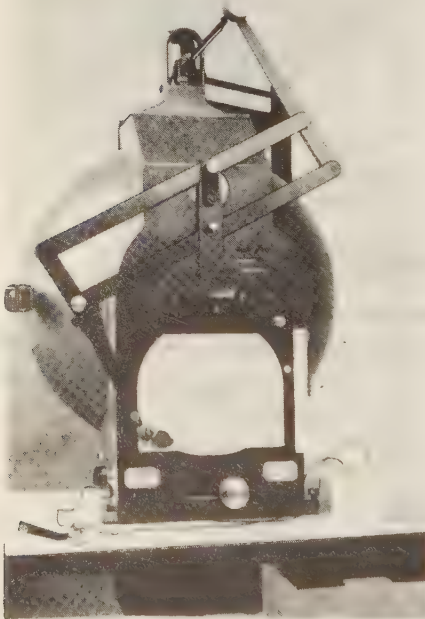


Abb. IIa: Goldmann-Perimeter mit Luxmeter, Drehwiderstand, Summer, Elektromotor für die konstante Testmarkenbewegung, elektromagnetische Registriereinrichtung und Einrichtung für die Registrierung im Maßstab 2:1

nach: Goldmann H., (1945)
Ein Selbstregistrierendes
Projektionskugelperimeter
Ophthalmologica (Basel),
109, 71

Außerdem wird das Perimeter nunmehr mit einem Summer ausgerüstet, so daß der Patient nicht mehr mündlich mitteilen muß, wann er die Testmarke erkennt. Mit diesem Summer wurde ein kleiner Elektromagnet verbunden, der einen kleinen Eisenring anzieht, welcher an einem Kugelschreiber befestigt ist. (Abb IIb) Dieses einfache Verfahren schaltet die Reaktionszeit des Untersuchers aus dem Gesamtvorgang aus. Schließlich kann man eine Maßstab-Änderung durch Änderung des Hebelverhältnisses erzielen, was sich vor allem bei der Perimetrie kleiner zentraler Gesichtsfeldreize und kleiner parazentraler Skotome bewährt hat.

Möglichkeiten einer genaueren Registrierung am Goldmann-Perimeter 437

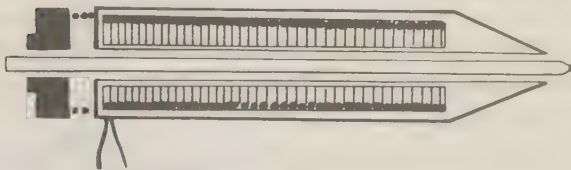


Abb. 2. Elektromagnetische Registriereinrichtung.

Abb. IIb: Elektromagnetische Registriereinrichtung für
Goldmann-Perimeter
nach: Goldmann H., (1945) Ein Selbstregistrierendes Projektionskugelperimeter
Ophthalmologica (Basel), 109, 71

Für meine Fragestellung sind die Untersuchungen zur Variabilität perimetrischer Untersuchungsergebnisse, über die Niesel 1966 berichtete, besonders wichtig. Sie beziehen sich auf routinemäßige Untersuchungsbedingungen, wie sie etwa in einem poliklinischen Betrieb oder in der Praxis eines Augenarztes herrschen. Es wurde folgende Versuchsanordnung getroffen:

In den vier Augenkliniken Basel, Bern, Freiburg/Bs. und Zürich wurden je 3 Ärzte unterschiedlicher Erfahrung in der Perimetrie und je 3 Versuchspersonen, bei denen Augenleiden nicht bekannt waren, im Alter von etwa 20, 40 und 60 Jahren ausgewählt. Innerhalb von 6 Wochen untersuchte jeder der beteiligten 12 Ärzte jede der 12 Versuchspersonen. Außerdem wurde innerhalb jeder Klinik durch Los jeder Versuchsperson ein Arzt zugeordnet. Der Versuch begann damit, daß jeder Arzt innerhalb einer Woche die ihm zugeordnete Versuchsperson an 3 verschiedenen Tagen untersuchte. Die Versuchsbedingungen wurden entsprechend der Bedienungsanleitung festgelegt.

Eine endgültige statistische Auswertung der Ergebnisse ist noch nicht erfolgt. Für die Isoptere I/2 am rechten Auge bei den 12 Versuchspersonen berichtete Niesel über folgende Resultate:

Abb. III zeigt die 4 verschiedenen Streuungen einer Versuchsperson: Die Werte für die Dreifach-Messung liegen zwischen $\pm 1,7^{\circ}$ und $\pm 3,5^{\circ}$, für die Totalstreuung erreichen sie $\pm 5,5^{\circ}$. Die Streuungen zwischen den Ärzten und zwischen den Kliniken sind nicht wesentlich größer und weisen keine sicheren Unterschiede auf. In den Einzelfällen waren aber die Ergebnisse recht unterschiedlich. Mangelhafte Erfahrung des untersuchenden Arztes bei der Dreifach-Bestimmung machte sich in hohen Werten im Vergleich zur Totalstreuung bemerkbar. In einem anderen Fall war der

Unterschied zwischen den Kliniken auffallend groß, da die Versuchsperson bei einer Untersuchung stark ermüdet war.

PAT 46 O.D. ISOPT 1/2

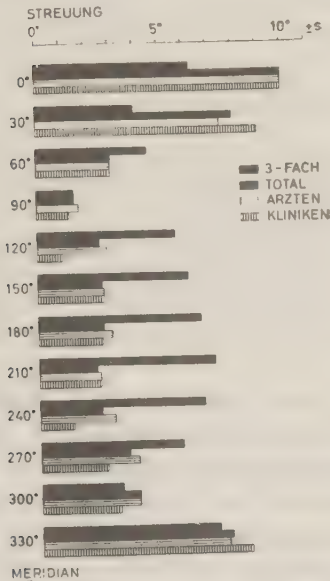


Abb. III:

Fehlerstreuung bei der Gesichtsfeldaufnahme einer Versuchsperson (Erklärung s. Text) nach Niesel: Untersuchung zur Variabilität perimetrischer Untersuchungsergebnisse XX. Concilium Ophthalmologicum Germania 1966

Für die 12 Zahlenwerte, die sich für einen bestimmten Patienten bei einer bestimmten Intensität für ein bestimmtes Auge und einen bestimmten Meridian ergeben, führte Linder eine Streuungszerlegung durch.

Tab. I zeigt deren Ergebnis.

Streuung	Freiheits- grad	Summe der Quadrate	Durchschnitts- quadrat
Zwischen Kliniken	3	72,0	24,0
Zwischen Ärzten innerhalb der Kliniken	8	144,0	18,0
Insgesamt	11	216,0	19,6

Tab. I: Streuungszerlegung für die Fehlerberechnung der Gesichtsfeldaufnahme an einer Versuchsperson und in einem bestimmten Meridian.

nach: Niesel P., Untersuchungen zur Variabilität perimetrischer Untersuchungsergebnisse
XX. Concilium Ophthalmologicum Germania 1966

Linder betont, daß dieses eine Beispiel nicht genügt, um allgemeine Schlüsse zu ziehen. Es sei notwendig, die Verhältnisse bei verschiedenen Meridianen, verschiedenen Augen, verschiedenen Patienten und verschiedenen Intensitäten zu untersuchen. Die Streuung für einen Untersucher bei Durchführung von 3 einzelnen Messungen war mit $s^2 = 7,0$ kleiner als jene zwischen den Ärzten.

Leider ist dieses interessante Zahlenmaterial bisher nicht weiter ausgewertet worden.

"Multiple Pattern" - Methoden für die Gesichtsfeldprüfung

Für eine screening-Methode zur Untersuchung des Gesichtsfeldes stellte Harrington folgende Forderungen auf:

1. Sie soll in der Beurteilung und in der Anwendung möglichst einfach sein.
2. Sie soll bei einem Minimum an vorhergehender Übung durch einen technischen Assistenten oder eine Schwester durchführbar sein.
3. Ein Patient von durchschnittlicher Intelligenz muß das Prinzip der Untersuchung schnell verstehen können.
4. Der Apparat muß zu reproduzierbaren Ergebnissen führen, unabhängig davon, wo und durch welchen Untersucher die Prüfungen vorgenommen werden.
5. Die Prüfung beider Sehfelder sollte nur 3 - 5 Minuten erfordern.
6. Die Ergebnisse sollen leicht und schnell aufzuzeichnen und zu interpretieren sein.
7. Die Prüfung sollte die Standardmethoden der Perimetrie ergänzen.
8. Wenn bei routinemäßiger Anwendung keine Gesichtsfeldausfälle festgestellt wurden, muß es möglich sein, mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß das Gesichtsfeld tatsächlich normal ist.

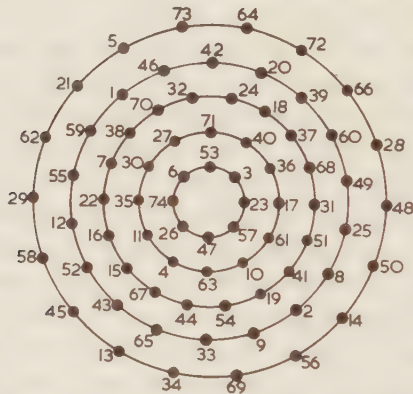
Harrington hat zusammen mit Flox eine Methode der Gesichtsfeldprüfung entwickelt, von der er annimmt, daß sie alle diese Forderungen weitgehend erfüllt. Sie benutzt das Prinzip einer sehr kurzen Darstellung von einfachen Objekten, Punkt- und Kreuzzeichen, die als visuelle Reize in den verschiedenen Teilen des Gesichtsfeldes wirken. Diese Zeichen sind mit weißer fluoreszierender Sulfite-Tinte auf weiße Karten gedruckt. Bei normaler Beleuchtung ist auf jeder Karte nur ein schwarzer zentraler Fixierpunkt sichtbar. Erst wenn ein ultravioletter Strahl von 0,25 sec Dauer auf

die Karte fällt, wird das Muster deutlich sichtbar und reizt die ihm entsprechende extra-foveale Netzhautstelle. Die Darbietungszeit ist so gewählt, daß die zu prüfende Person das Muster erkennt, ohne daß eine Veränderung der Fixierung erfolgt. Bei Gesichtsfelddefekten wird das Muster in den entsprechenden Gebieten nicht gesehen und daher auch nicht vom Patienten beschrieben. Die Muster sind auf verschiedenen Karten so angebracht, daß fast das gesamte Gesichtsfeld innerhalb eines Radius von 25° erfaßt wird. Das Ergebnis wird auf Registrierblättern eingetragen. Die Lage von Skotomen kann so schnell erkannt werden. Im Durchschnitt dauert die Untersuchung für beide Augen 4 Minuten. Zur Ausstattung des Gerätes gehören außer dem Kartensatz eine Ultraviolettlicht-Röhre und eine Kinnstütze, wodurch der Abstand zwischen Auge und Testobjekt auf 330 mm fixiert ist. Vorgeschlagen wird eine Zimmerbeleuchtung mit Deckenlicht von 100 Watt in einer Entfernung von etwa 10 Fuß, die nicht direkt auf die Karten fällt. Je 10 Karten dienen zur Untersuchung des rechten und linken Auges mit gleichen Reizen, aber in unterschiedlicher Folge. Auf jeder Karte finden sich 3 oder mehr Reize. Für die Prüfung des blinden Flecks ist in einer Karte ein Kreuz eingezeichnet, das kleiner ist als der normale blinde Fleck, also nicht gesehen wird, wenn der Patient im richtigen Abstand den Fixationspunkt fixiert. Ein weiteres Kreuz, das größer als der normale blinde Fleck ist, wird nur von Patienten mit normal großem blinden Fleck in seinen Außengliedern erkannt, wodurch Vergrößerungen des blinden Flecks diagnostiziert werden können. Bei Aufzeichnung aller Reize für jedes Auge auf eine einzige Karte bildet sich ein Muster dar, welches innerhalb jedes Quadranten 5 Reizpunkte aufweist, dazu 8 auf dem vertikalen Meridian, 4 auf dem horizontalen Meridian und die beiden Kreuze im Bereich des blinden Flecks. Bei Versuchen über einen größeren Radius als 25° zeigte sich, daß

hier die Ergebnisse zu ungenau werden. Vergleichsuntersuchungen mit Kugel-Perimeter und Bjerrum-Schirm ergaben bei einer größeren Anzahl von Versuchspersonen gute Übereinstimmung. Über Einzelheiten wird jedoch nicht berichtet. Bei Personen über 65 Jahre traten eher Fehler auf, die auf falschen Angaben über die Muster beruhen. Bei minimalen Gesichtsfeldveränderungen, die auch mit den üblichen Prüfungsmethoden nur schwer auffindbar waren, traten in pathologischen Fällen Fehler gelegentlich dadurch auf, daß der Multiple-Pattern-Test auf völlig normale Verhältnisse schließen läßt. Bei eindeutig pathologischen Gesichtsfeldern konnte durch den Test der Defekt jeweils lokalisiert werden. Die Einfachheit der Methode und ihre Schnelligkeit machen es möglich, die Anzahl der Gesichtsfeldprüfungen um Tausende zu vergrößern. Die Grenzen des Testes müssen aber bekannt sein. Er soll kein Ersatz, sondern eher eine Ergänzung für die Standardtechniken der Perimetrie darstellen. Sutcliffe und Binstead modifizierten das Verfahren von Harrington und Flox insofern als sie eine Prüfdistanz von 1m einführten. Hierdurch soll die Methode sensativer werden. In dieser Form soll sich diese Methode besonders in der augenärztlichen Praxis bewährt haben.

Während bei dem Multiple-Patern-Test von Harrington und Flox der Patient 2 Antworten zu geben hat, wenigstens im Falle, daß er die Anzahl der Reize nicht richtig erkannt hat, reduzierten Buchanan und Gloster die Aufgabe für den Patienten auf die Ja - Nein - Antwort. Bei diesem, 1965 angegebenen Gerät wird ein zentrales rotes Licht auf einem schwarzen Schirm fixiert und ein einziger weißer Fleck im Gesichtsfeld an verschiedenen Stellen in Form einer Serie dargeboten. Sieht der Patient den weißen Lichtfleck, so antwortet er mit Ja, sieht er ihn nicht, mit Nein. Die Dauer der Darbietung beträgt bei diesem Gerät normalerweise 0,2 sec. 74 kleine Birnen leuchten programmiert auf, Wie-

derholung eines Lichtreizes an einer bestimmten Stelle ist möglich. Eine automatische Registrierung ist mit dem Gerät verbunden. Die Reihenfolge der Darbietung zeigt Abb. IV. Sie ist rein zufällig aufgestellt.



-The 74 positions in which stimuli are presented. The fixation light is at the centre of the circles which represent eccentricities from 5° to 25° . The numbers against the stimuli refer to the order in which they are presented.

Abb. IV: Gesichtsfelduntersuchung nach Buchanan und Gloster
Die 74 Stellen, an denen die Reize dargeboten werden.
Das Fixationslicht befindet sich im Mittelpunkt des Kreises, dessen Grenzen zwischen 5° und 25° liegen. Die Zahlen bei den Reizen beziehen sich auf die Reihenfolge, in der sie dargeboten werden.

Untersucht wird auf 1m Entfernung wie beim Bjerrum-Schirm bei einer Beleuchtung von 1,5 lux. Die Dauer der Untersuchung für ein Auge wird mit 3 1/2 Minuten angegeben. Die Darbietungszeit kann zwischen 0,1 und 0,4 sec variiert werden. Die Helligkeit der Reize ist ebenfalls variabel, wird aber im Verlauf eines Reizes nicht verändert. Vergleichsuntersuchungen wurden an 11 Glaukomaugen mit Bjerrum-Skotom durchgeführt. Die Ergebnisse sind anhand von Einzelbeispielen, anhand der ausgefallenen Punkte und der am Schirm festgestellten Skotome übersichtlich dargestellt. Schließlich wurden noch 20 Augen mit fortgeschrittenem Glaukom mit ebenfalls gut übereinstimmenden Ergebnissen untersucht. Bei 5 von 7 Fällen mit einer Exkavation, die am Bjerrum-Schirm keine Ausfälle angaben, zeigte sich der neue Test sogar überlegen. Auch bei durch Glaukom im anderen Auge durch gelegentlich erhöhte Tonometerwerte verstärktem Glaukom-Verdacht bewährte sich die neue Untersuchungsmethode.

Schließlich wurde die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse an 15 Patienten mit 28 Augen geprüft. Außer bei einem Patienten dessen Fixation wegen eines Zentralskotoms nicht exakt war, ergab sich eine verhältnismäßig gute Übereinstimmung, wenn auch eine gewisse Variabilität in Kauf genommen werden mußte. Auf Grund dieser vergleichenden Untersuchungen kommen Buchanan und Gloster zu der Ansicht, daß trotz theoretisch möglicher Einwände ihr neuer Test empfindlicher ist als die übliche Bjerrum-Methode bei der Entdeckung früher zentraler Gesichtsfeldveränderung bei Glaukom. Der ernsteste Einwand gegen die Methode bestehe in der Gleichheit der Reize, bedingt dadurch, daß die Helligkeit der 74 Birnen erhebliche Unterschiede zeigen könnte. Die Verfasser suchten durch Messungen mit einer Photozelle Klärung über diese Frage zu gewinnen. Sie sind der Ansicht, daß kleine Unterschiede in der Helligkeit von

einem Reiz zum anderen in Kauf genommen werden können, zumal da andere Faktoren, wie geistige Konzentration, Müdigkeit oder Ängstlichkeit des Patienten vielleicht von grösserer Bedeutung sind.

Tsamparlakakis hat mit Hilfe der oben beschriebenen Methode Untersuchungen über die Einwirkung einer vorübergehenden Drucksteigerung auf das Gesichtsfeld durchgeführt, wobei er zu dem Ergebnis kommt, daß der Test sehr brauchbar für derartige Untersuchungen ist und daß seine spezielle Versuchsanordnung als zusätzlicher Projektionstest bei Verdacht auf Glaukoma chronicum simplex geeignet ist.

Der Visual Field Analyser nach Friedmann

Bei der Konstruktion des Visual Field Analyser von Friedmann und Bedwell wurde besonders darauf geachtet, daß alle dargebotenen Reize eine annähernd gleiche physiologische Kontrastdifferenz gegenüber dem Hintergrund haben. Es wurden Personen verschiedener Altersgruppen untersucht, um die Beziehung zwischen Kontrast-Reizschwelle und Alter zu finden. Auch bei diesem Gerät wird eine programmierte Folge verschiedener Reize geboten, mit deren Hilfe Ausfälle in dem erfaßten Gesichtsfeldgebiet gefunden werden können. Gleichzeitig erlaubt das Gerät spezialisierte Untersuchungen für die Prüfung der Makula-Funktion, der Dunkel-Adaptation, sowie der Farben-Perimetrie. Das Instrument besitzt eine eigene Außenbeleuchtung, deren Lichtstärke 2 lumen/Quadratfuß auf der runden matt-schwarzen Vorderseite erzeugt. In deren Mitte befindet sich ein Fixierpunkt. Innerhalb des Apparats befindet sich ein Elektronenblitz, der durch Knopfdruck betätigt wird. Friedmann beschreibt das Gerät weiterhin folgendermaßen:

Oben auf dem Instrument ist, für den Patienten unsichtbar, ein Hebel angebracht, der auf 15 Positionen von A - P einstellbar ist (der Buchstabe I wurde weggelassen, um Verwechslungen mit der Zahl 1 zu vermeiden). Unter jedem die Hebelposition kennzeichnenden Buchstaben befindet sich eine Zahl, aus der die Anzahl der bei Einstellung des Hebels auf die betreffende Position und Auslösung des Elektronenblitzes für einen normalen Patienten wahrnehmbaren Lichtreize erkenntlich ist.

Eine Markierungskarte zeigt die Anzahl der Lichtreize in jeder Position sowie ihre Lage im zentralen Gesichtsfeld. Die Gesamtzahl der Reize ist 46. Nach einer einfachen Methode können alle Reize um 2 Grad nach oben, nach unten, nach rechts oder nach links verschoben werden. Die Licht-

reize werden durch Löcher in der Frontplatte hervorgebracht, deren Größe mit zunehmender Entfernung vom Fixierpunkt zunimmt, so daß durch den einzelnen Blitz eine Angleichung der retinalen Antwort erreicht wird trotz der örtlichen Unterschiede der Retinalempfindlichkeit. Die Lochgrößen wurden in Versuchen an einer großen Zahl von normalen Versuchspersonen festgelegt.

An der Rückseite des Gerätes befinden sich zwei Scheiben. Die linke ist mit 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; und 4,0 markiert. Die rechte Scheibe ist mit 0,0; 0,2; 0,4; 0,6 und 0,8 bezeichnet. Diese Angaben charakterisieren Filter neutraler Dichte der angegebenen Werte.

Steht also der Zeiger der linken Scheibe auf 2,0 und der Zeiger der rechten Scheibe auf 0,6, beträgt der Gesamtfilterwert vor der Blitzlichtlampe 2,6 Logarithmeneinheiten. Diese Scheiben ermöglichen den Durchtritt der gesamten Lichtmenge des Elektronenblitzes oder aber jede gewünschte Filterkombination zwischen 0 und 4,8 Logarithmeneinheiten.

Bekanntlich nimmt die Lichtempfindlichkeitschwelle der Retina mit höherem Alter zu, doch wird dem bei der routinemäßigen Untersuchung des Gesichtsfeldes in keiner Weise Rechnung getragen. Untersuchungen normaler Versuchspersonen aller Altersstufen mit dem Analyser-Gerät zeigen, daß so gut wie alle Patienten bis zu 35 Jahren bei einer Scheibeneinstellung von 2,6 alle 46 Lichtreize wahrnehmen.

Versuchspersonen der Altersgruppe 35 bis 50 sehen alle Lichtreize bei einer Einstellung 2,2 und Versuchspersonen über 50 sehen alle Reize bei der Einstellung 1,8. Daher muß zwecks Erzielung einer normalen Reaktion die Lichtstärke bei Personen über 50 um 0,8 einer Logarithmeneinheit größer sein als bei Personen im Alter bis zu 35.

Natürlich gibt es auch in den höheren Altersgruppen Perso-

nen, die auf den Stimulus für eine jüngere Altersgruppe 100 % reagieren. Hier besteht eine gewisse Analogie zur Sehschärfe.

Stehen diese Angaben über die normale Reaktion zur Verfügung, ist es ein Leichtes, den Reiz nach dem Alter des Patienten einzustellen und dann das Blitzlicht in jeder der 15 Hebelpositionen zu betätigen. Es sind nicht mehr als 30 Sekunden erforderlich, um das Vorhandensein eines Fehlers im zentralen Gesichtsfeld festzustellen. Der Patient wird einfach aufgefordert, die Anzahl der von ihm in jeder Position wahrgenommenen Lichter anzugeben, und seine Antwort wird mit der unter jedem Buchstaben angegebenen Zahl verglichen.

In der Gebrauchsanweisung, die dem Apparat beigegeben ist, wird jetzt folgende Filtereinstellung für verschiedene Altersgruppen angegeben:

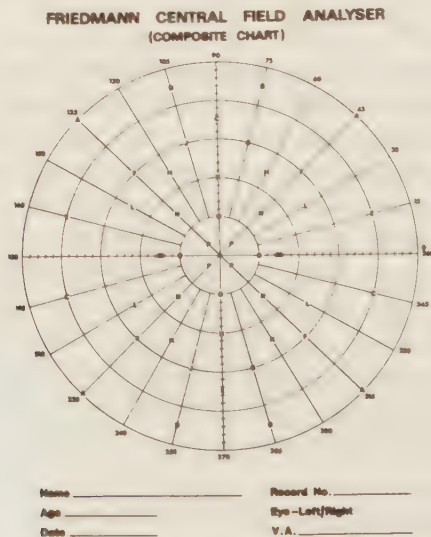
Alter	0-40	41-50	51-60	über 60
Intensität	2,0	1,8	1,6	1,4

Zur Registrierung der Ergebnisse dienen 2 Vordrucke: Die sog. marking chart zeigt Zahl und Lage der Lichtreize in dem untersuchten Teil des Gesichtsfeldes. Auf dieser Karte werden Reize, die nicht wahrgenommen wurden, durch einen Kreis markiert. Bei Ausfall an einer Stelle wird untersucht, ob dieselbe mit einer schwächeren Filterkombination noch erkannt wird. Bei der Übertragung auf die composite chart (Abb. V) wird unter Weglassung des Kommas die Filterstärke, bei der ein Lichtreiz noch wahrgenommen wurde, an der entsprechenden Gesichtsfeldstelle festgelegt. Absolute Ausfälle werden entsprechend markiert. Bei normaler Einstellung wahrgenommene Reize werden nicht markiert.

Als besonderer Vorteil der Methode wird angesehen, daß bei späterer Wiederholung der Untersuchung die gleichen Punkte

des Feldes nochmals getestet werden und der Schwellenwert in jedem Punkt mit der vorhergehenden Untersuchung verglichen werden kann. Sehr vorteilhaft ist weiterhin, daß keine Unterschiede durch die prüfende Person entstehen können, so daß von verschiedenen Untersuchenden erzielte Ergebnisse stets vergleichbar sind.

Abb. V: Composite Chart zur Registrierung des Ergebnisses der Gesichtsfelduntersuchung mit dem Friedmann-Gerät



Eigene Untersuchung

1. Zusammensetzung der Versuchsreihe:

Für meine Untersuchungen zog ich stationäre und ambulante Patienten der klinischen Abteilung des Instituts für experimentelle Ophthalmologie und der Universitäts-Augenklinik hinzu. Die Altersverteilung war folgendermaßen:

- a) bis 40 Jahre -----7
- b) 41 bis 50 Jahre -----0
- c) 51 bis 60 Jahre -----2
- d) über 60 Jahre -----8

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelte es sich in 17 Fällen um normale Gesichtsfelder, in 12 Fällen um pathologische Gesichtsfelder. Unter den untersuchten Personen befanden sich solche mit normaler und herabgesetzter Sehschärfe, sowie einige Aphake.

2. Untersuchungsgang:

Zunächst wurde das Gesichtsfeld am Projektionskugel-Perimeternach Goldmann aufgenommen. Im allgemeinen wurden die Testobjekte V/4, I/4, I/3, I/2, I/1 verwendet. Nur wenn diese Marken nicht erkannt wurden, traten stärkere Reize an ihre Stelle. Der blinde Fleck wurde im allgemeinen mit Marke I/3 perimetriert. Eine exakte Eichung der Ausleuchtung der Kugelfläche erfolgte vor jeder Untersuchung. Das untersuchte Auge wurde laufend durch das Fernrohr beobachtet.

Im Anschluß hieran wurde der Patient mit dem Gesichtsfeld-Analyser nach Friedmann untersucht. Hierbei wurde der Raum völlig abgedunkelt. Zunächst wurde die aus der Tabelle ersichtliche Blendeneinstellung in Abhängigkeit

vom Lebensalter gewählt. Wenn die Reize bei dieser Einstellung nicht erkannt wurden, wurde die nächstschwächere Filterkombination eingestellt. Die Untersuchung wurde entsprechend den Anweisungen von Friedmann bzw. Bedwell vorgenommen, die Lichtreize also in der vorgeschriebenen Reihenfolge vor der Peripherie zum Zentrum zu dargeboten. Bei unrichtigen Antworten wurde die eingestellte Position wiederholt und der Patient auf den Zeitpunkt des Aufleuchtens aufmerksam gemacht. Die Abdeckung des nicht untersuchten Auges übernahm der Patient selbst. Die Registrierung der Ergebnisse erfolgte in der oben beschriebenen Weise.

Bei der Auswertung wurde zunächst festgestellt, ob das Gesichtsfeld am Goldmann-Perimeter normal war. Bei allen diesen Fällen wie auch der Friedmann-Apparat keine Ausfälle auf. Man kann hieraus schließen, daß bei normalem Gesichtsfeld die Friedmannsche Methode zu sehr befriedigenden Ergebnissen führt. Als Beispiel eines überzeugenden Falles mit normalem Gesichtsfeld sind die Ergebnisse der Untersuchung bei einer 19jährigen Patientin in Abb. VI dargestellt. Entsprechend der Alterstabelle war Filtereinstellung 2,0 (auf der Karte als 20 bezeichnet) gewählt und im ganzen Gesichtsfeld erkannt worden.

Abb. VII gibt das Ergebnis bei einer 77jährigen Frau wieder. Die kleinste von ihr wahrgenommene Reizmarke am Goldmann-Perimeter war $I/3$ und dementsprechend wurden auch am Friedmann-Analyser nur Reize bei Filtereinstellung 1,4 erkannt.

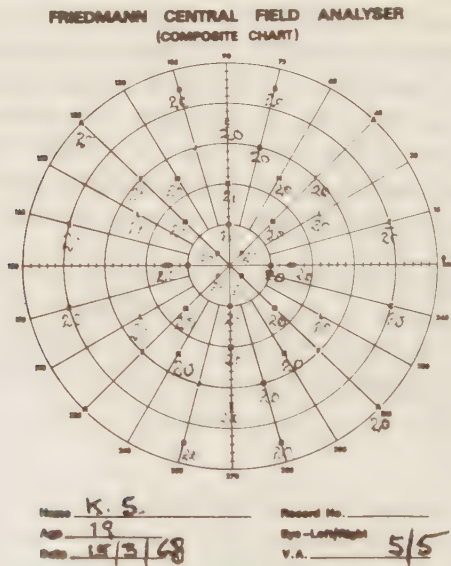
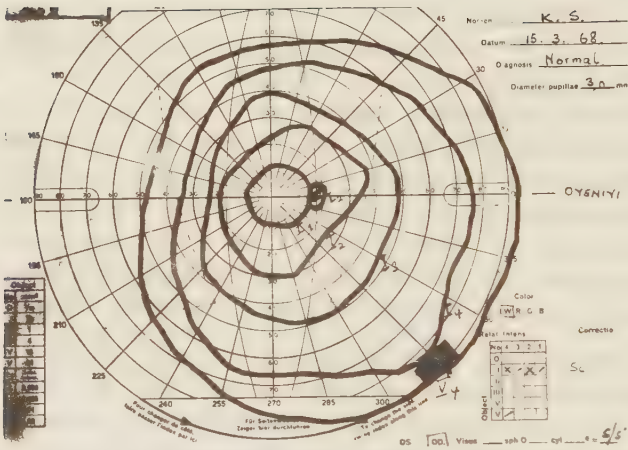
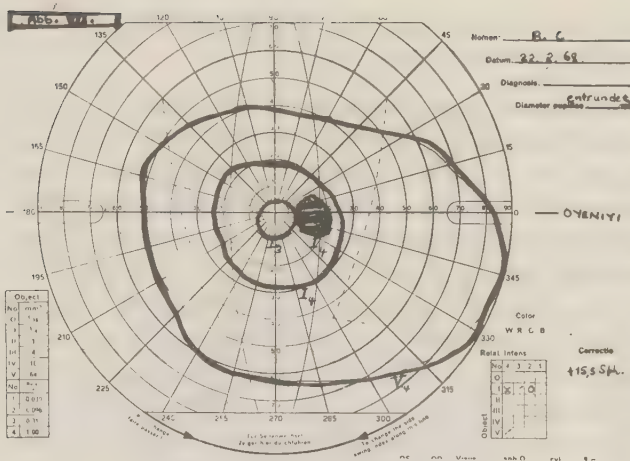
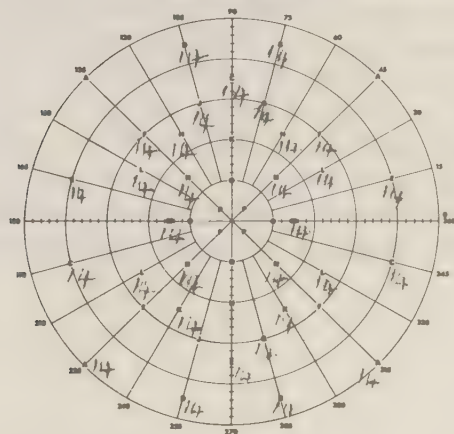


Abb. VI



**FRIEDMANN CENTRAL FIELD ANALYSER
(COMPOSITE CHART)**



Name: B. C. Record No.: _____
 Age: _____ Eye-Left/Right: _____
 Date: 22.2.58 V.A.: 5/10

© CLEMMY CLARKE LTD., 16 WYMORE STREET, LONDON, W.1. ENGLAND.

Bei Augen mit pathologischen Gesichtsfeldausfällen machte ich folgende Feststellungen:

Insgesamt handelte es sich um 10 Personen, von denen 12 Augen pathologische Gesichtsfeldausfälle aufwiesen. In all diesen Fällen ergaben sich auch am Gesichtsfeld-Analyser pathologische Befunde. Allerdings entsprachen diese nur bei 9 Doppeluntersuchungen den Aufnahmen des Gesichtsfeldes am Goldmann-Perimeter. So kommt in dem in Abb. VIII dargestellten Fall der stark vergrößerte blinde Fleck bei einer 53jährigen Frau sehr gut zur Darstellung, ebenso die im ganzen übrigen Gesichtsfeld deutlich herabgesetzte Schwellenempfindlichkeit. Im allgemeinen war allerdings auch in dieser Gruppe die Übereinstimmung nicht vollständig. So zeigt Abb. IX zwar deutlich den Ausfall des Zentrums und im nasalen Teil des Gesichtsfeldes auch auf der Friedmann-Registrierung. Hier finden sich aber auch noch Absolut-Ausfälle nach temporal oben, bei denen es sich nach der Goldmann-Perimetrie wohl nur um relative Ausfälle handelt. Immerhin wird man auch in solchen Fällen noch von einer recht guten Übereinstimmung sprechen können. Es bleibt zu untersuchen, ob das Fehlen einer Reaktion auf die filterlose Darbietung beim Friedmann-Gerät tatsächlich, wie dies angegeben wird, als "Absolut"-Ausfall anzusehen ist.

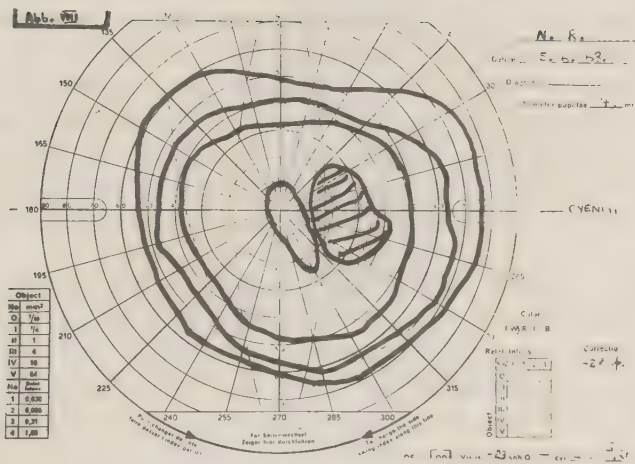
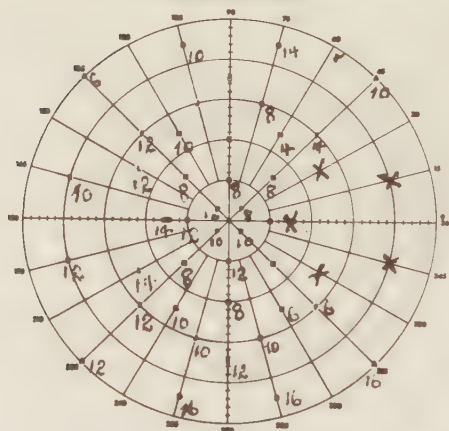


Abb. VIII

FRIEDMANN CENTRAL FIELD ANALYSER
(COMPOSITE CHART)



Name N. R.
Age 53
Date 14/6/68

Record No. _____
Eye-Left/Right R: 4L
V.A. 5/50

© CLEMENT CLARKE LTD., 16 WIMBORNE STREET, LONDON, W.1. ENGLAND.

Wesentlich schlechter ist die Übereinstimmung bei dem in Abb. X wiedergegebenen Fall eines 72jährigen männlichen Patienten, der an einfachem Glaukom litt. Hier ergibt sich zwar bei beiden Untersuchungsmethoden eine Herabsetzung der zentralen Unterschiedsschwelle. Am Friedmann-Analyser kommt aber noch ein Defekt zur Darstellung, der sich wohl vom blinden Fleck aus bogenförmig in Form eines Bjerrum-Skotoms bis auf die nasale Seite erstreckt. Es ist durchaus denkbar, daß dieses Skotom bei der Aufnahme des Goldmann-Perimeters übersehen wurde. Bei insgesamt 3 Fällen mußte die Übereinstimmung der Befunde als höchstens teilweise entsprechend beurteilt werden, wobei nicht geklärt wurde, ob die fehlerhafte Aufnahme die Goldmann-Perimetrie oder die Gesichtsfeldanalyse nach Friedmann betrifft.

Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß die Durchführung der Untersuchung am Gesichtsfeldanalyser keinerlei technische Schwierigkeiten bot, während die Aufnahme eines Gesichtsfeldes am Goldmann-Perimeter Übung und Erfahrung voraussetzt und in Beziehung auf Zeit wesentlich aufwendiger ist. Aus den nur teilweise übereinstimmenden Ergebnissen geht aber zweifellos hervor, daß die Befunde nicht vollständig miteinander vergleichbar sind, wenn auch in den meisten Fällen weitgehende Übereinstimmung besteht.

Durch weitere Untersuchungen müßte vor allem noch die Frage der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei langdauernder Beobachtung geprüft werden.

Diskussion der Ergebnisse:

Bei der Methode der Gesichtsfeldanalyse nach Friedmann handelt es sich um eine sogenannte "Multiple Pattern-Methode". Sie erfüllt die von Harrington für derartige Untersuchungen aufgestellte Forderungen, kann aber aufgrund der getroffenen Vereinfachungen nicht als eine Methode für die Aufnahme eines Gesichtsfeldes im Sinne einer Funktionsprüfung aufgefaßt werden.

Aus meinen Untersuchungen ergibt sich, daß die Forderung Harrington's erfüllt ist, wonach es bei routinemäßiger Anwendung bei negativem Befund möglich sein muß, mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß das Gesichtsfeld normal ist. Bei allen Fällen mit normalem Goldmann Gesichtsfeld in meiner Serie war auch das Ergebnis der Untersuchung mit dem Friedmann-Gerät normal. Auch alle Fälle mit pathologischen Gesichtsfeldern wiesen Defekte bei Untersuchungen am Friedmann-Gerät auf. Hieraus kann man schließen, daß das Gerät seinen eigentlichen Zweck erfüllt, Auskunft darüber zu geben, ob mit einem normalen oder pathologischen Gesichtsfeld zu rechnen ist.

Dies bedeutet für den praktisch tätigen Augenarzt, daß die wenig Zeit beanspruchende Untersuchung einen zuverlässigen Überblick darüber gibt, ob Gesichtsfeld-Ausfälle vorliegen oder nicht. Er wird sich nach einer solchen Voruntersuchung damit begnügen können, bei Patienten, die Ausfälle aufweisen, ein genaues Gesichtsfeld an einem Kugelperimeter aufzunehmen. Dies wird sicher dazu führen, daß wenigstens ein grober Überblick über die Gesichtsfeld-Verhältnisse bei viel mehr Patienten durchgeführt wird als bisher. Dies ist ein erheblicher Vorteil, auch wenn nur in Einzelfällen, z. B. bei Patienten, die über uncharakteristische Kopfschmerzen klagen, ein Hinweis auf ein pathologisch verändertes Gesichtsfeld entdeckt wird.

Die Lokalisation der Ausfälle steht allerdings in einem kleinen Teil der Fälle in einer nicht genügenden Übereinstimmung mit der Gesichtsfeldaufnahme am Goldmann-Perimeter. In einem Fall spricht allerdings vieles dafür, daß beim Friedmann-Gerät ein Defekt entdeckt wurde, der bei der Goldmann-Perimetrie übersehen wurde. Hier wird es notwendig sein, weiter Fälle zu sammeln, mit deren Hilfe genau geklärt werden kann, bei welcher Untersuchungsmethode Fehler gemacht wurden.

Zusammenfassung:

Nach einer eingehenden Besprechung der Methode der Gesichtsfeldaufnahme nach Goldmann und der "Modern Multiple Pattern" Methode für die Gesichtsfeldprüfung sowie des "Visual Field Analyser" nach Friedmann wurden an 29 Personen Vergleichsuntersuchungen mit dem Perimeter nach Goldmann und dem Friedmann-Gerät durchgeführt. In allen Fällen, in denen ein normales Gesichtsfeld am Goldmann-Perimeter gefunden wurde, lieferte auch das Friedmann-Gerät normale Ergebnisse. 12 Augen hatten pathologische Gesichtsfeldbefunde am Kugelperimeter nach Goldmann. Bei all diesen Augen fanden sich auch pathologische Befunde bei der Prüfung am Gesichtsfeld-Analyser. Sie entsprachen allerdings meist nicht völlig den nach der Goldmann-Perimetrie zu erwartenden Befunden. In der vorliegenden Untersuchungsreihe konnte jedoch nicht geklärt werden, bei welchen der beiden Untersuchungen Fehler gemacht wurden.

Die Methode nach Friedmann zur Untersuchung des Gesichtsfeldes ist von großer praktischer Bedeutung, da sie nur kurze Zeit und wenig Konzentration des Patienten beansprucht. Sie ermöglicht es dem Augenarzt bei einer weit größeren Anzahl von Patienten als bisher, wenigstens eine Überblicksuntersuchung des Gesichtsfeldes durchzuführen.

R E F E R E N Z E N

1. Buchanan, W. M. & Gloster, J., (1965) Automatic Device for Rapid Assessment to the Central Visual Field
Brit. J. Ophthal., 49, 57
2. Ferree, C. E., & Rand, G., (1930). Methods for Increasing the Diagnostic Sensitivity of Perimetry and Scotometry with the Form Field Stimulus.
Amer. J. Ophthal., 13, 118
3. Ferree, C. E., & Rand, G., (1931) The Effect of Relation to Background on the Size and Shape of the Form Field for Stimuli of Different Sizes.
Amer. J. Ophthal., 14, 1018
4. Ferree, C. E., & Rand, G., (1936) Intensity of Light in relation to the Examination of the Eye.
Brit. J. Ophthal. 20, 331
5. Friedmann, A. I. The assessment of the Efficacy of Glaucoma Control by Statistic Perimetry or "Point analysis" of clinical visual thresholds. Trans. Opht. Soc. U. K. 82: 381 (1962)
6. Friedmann, A. I. (1966) Serial Analysis of Changes in Visual Field Defects, Employing a New Instrument, to Determine the Activity of Diseases Involving the Visual Pathways. Ophthalmologica (Basle), 152, 1
7. Goldmann, H., (1945). Räumliche Reizsummation der Helladaptierten Netzhaut. Experimentia (Basel), 1, 24

8. Goldmann, H., (1945). Ein Selbstregistrierendes Projektionskugelperimeter.
Ophthalmologica (Basel), 109, 71
9. Goldmann H., (1946). Demonstration unseres Neuen Projektionskugelperimeters samt Theoretischen und Klinischen Bemerkungen über Perimetrie.
Ophthalmologica (Basel), 111, 187
10. Harms, H., (1957). Lichtsinnuntersuchung als grundlegende Funktionsprüfung des Auges
Studium gen., 10, 347
11. Harrington, D. O. The Visual Fields (A Textbook of clinical Perimetry) Printed by The C. V. Mosby Company, St. Louis 1956
12. Harrington, D. O. und Flox M. (1954) Amer. J. Ophth.
37, 719
13. Hughes, B. The Visual Fields (A Study of the Applications of Quantitative Perimetry to Anatomy and Visual Pathways) Printed by Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1954
14. Niesel, P., Untersuchungen zur Variabilität perimetrischer Untersuchungsergebnisse
XX. Concilium Ophthalmologicum Germania 1966
15. Reed, H., The Essentials of Perimetry Printed by Oxford University Press, London, 1960

16. Roberts, W. (1957) The Multiple Pattern Tachystoscopic Visual Field Screener in Glaucoma
Arch. Ophthal. 58, 244
17. Schmidt, Th., & Schmidt-Berghofer, S., Über die Möglichkeiten einer genauen Registrierung am Goldmann-Perimeter Ophthalmologica 141, 435-439, 1961
18. Sutcliffe, R. L., and Binstead, H. C. (1961)
Transactions of the International Ophthal. Optic. Congress (British Opt. Association) P. 379
19. Tsamparlakakis, J. (1964) British Optical Association
P. 379
20. Zuchermann, J., Perimetry Printed by J. B.
Lippincott Company, Philadelphia 1954

INHALTSVERZEICHNIS

- I. Problemstellung
- II. Die Perimetrie nach Goldmann
 - 1. Abb. I Goldmann Perimeter
 - 2. Abb. IIa Selbstregistrierendes Projektionskugelperimeter
 - 3. Abb. IIb Elektromagnetische Registriereinrichtung für Goldmann-Perimeter
 - 4. Abb. III Fehlerstreuung bei der Gesichtsfeldaufnahme einer Versuchsperson
 - 5. Tab. I Streuungszерlegung nach Linder
- III. "Multiple Pattern"-Methode für die Gesichtsfeldprüfung
 - 1. Abb. IV Gesichtsfelduntersuchung nach Buchanan und Gloster
- IV. Der Visual Field Analyser nach Friedmann
 - 1. Abb. V Composite Chart
- V. Eigene Untersuchung
 - 1. Zusammensetzung der Versuchsreihe
 - 2. Untersuchungsgang
 - a) Abb. VI Ergebnisse bei einer 19jährigen Patientin
 - b) Abb. VII Ergebnisse bei einer 77 jährigen Patientin
 - c) Abb. VIII Ergebnisse bei einer 53jährigen Patientin
 - d) Abb. IX Registrierung eines Ausfalls des Zentrums
 - e) Abb. X Ergebnisse bei einem 72jährigen Patienten, der an einfachem Glaukom leidet
- VI. Diskussion der Ergebnisse
- VII. Zusammenfassung
- VIII. Literaturangabe

Lebenslauf

Ich, Ezekiel Abidoye Oyeniyi, wurde in Moro, West-Nigeria, am 23. April 1940 geboren. Ich besuchte die Volksschule Origbo Central School, Moro, vom Januar 1946 bis Dezember 1953. Vom Januar 1954 bis Dezember 1958 besuchte ich das Gymnasium Oduduwa College, Ile-Ife.

Vom Januar 1959 bis Februar 1960 half ich meinem Vater in seinem Geschäft.

Im März 1960 fuhr ich nach London, um ein medizinisches Studium anzufangen. Im Juni 1962 bestand ich das General School Certificate of Education an der London University. Vom Juni 1962 bis April 1963 wartete ich auf meinen Eintritt in die Bonner Rhein. Friedrich-Wilhelms-Universität, an der ich aufgenommen war, um mein Medizinstudium fortzusetzen. Im Sommer 1964 bestand ich das Vorphysikum, im Frühjahr 1965 das Physikum. Nach den klinischen Semestern bestand ich im Sommer 1969 die ärztliche Prüfung.

